

УДК 622.233.05

ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНО-ПОДАЮЩИХ СИСТЕМ БУРОВЫХ СТАНКОВ

Волков А.А.

научный руководитель д-р техн. наук, профессор Гилев А.В.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в горной промышленности существует проблема бурения сложноструктурных массивов горных пород. Эта проблема связана с ускоренным износом бурового инструмента вследствие низкой степени управления режимами бурения, связанной с инерционностью системы вращательно-подающих механизмов буровой техники. Обычно бурение осуществляется за счет скалывания, смятия и истирания горной породы. Трудность работы в сложноструктурном массиве заключается в резких перепадах крепости породы. Этот фактор отрицательно сказывается на стойкости рабочего инструмента буровых станков.

По конструктивному решению можно выделить пять основных типов механизмов подачи: реечно – шестеренчатый; винтовой; гидравлический поршневой и его разновидности; канатный (цепной); рычажно – шарнирный.

Тип механизма подачи частично определяется видом вращателя. Так, шпиндельные вращатели в основном оснащаются гидравлическими, винтовыми, реечно – шестеренчатыми механизмами подачи, а роторные – канатными или цепными, с гидравлическими цилиндрами.

Реечно – шестеренчатый механизм (рис 1). Наиболее распространенным типом этого механизма подачи является так называемая рычажная подача, которой оснащаются вращатели шпиндельного типа.

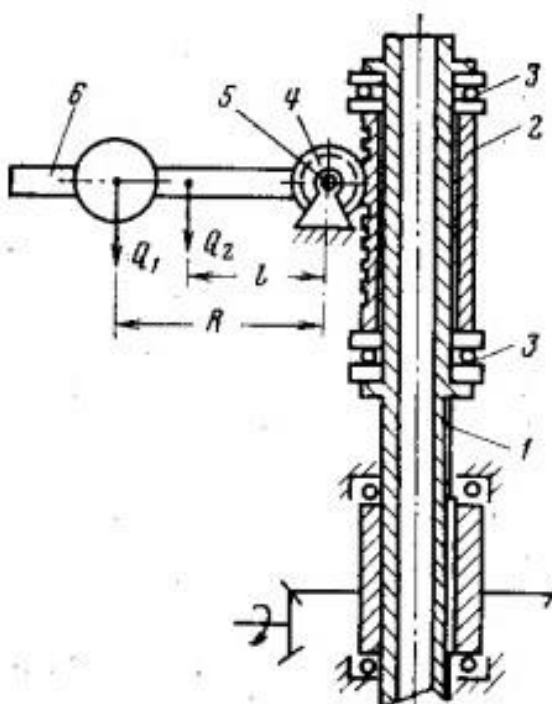


Рисунок 1 – Схема механізму реєчно-шестеренчатой подачі.

Винтовой механизм подачи (рис 2.). Винтовая подача применяется в станках для неглубокого бурения (до 300 м), оснащенных вращателями шпиндельного типа или подвижными. Механизм этой подачи легок и компактен. Недостатками данного механизма являются относительно низкий КПД, склонность к заеданию и тихоходность подачи.

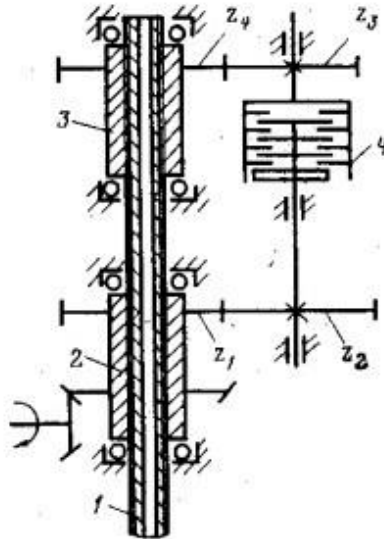


Рисунок 2 – Схема механизма винтовой подачи.

Гидравлические поршневые механизмы подачи наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к рабочим органам буровых станков. Они обеспечивают возможность создания дополнительной нагрузки (догрузки) и разгрузки бурового инструмента, независимо от частоты вращения, плавность и достаточно высокую точность регулирования нагрузки, позволяют осуществлять реверс, просты и удобны в управлении, надежны и долговечны. Поэтому все отечественные и большинство зарубежных станков со шпиндельными и подвижными вращателями имеют гидравлическую поршневую подачу.

Канатный или цепной механизм подачи применяется в основном в легких самоходных установках роторного типа, оснащенных мачтами и предназначенных для бурения скважин небольшой глубины в мягких породах. Основная задача механизма такого типа – создание дополнительной нагрузки, так как при малой глубине скважины вес снаряда, недостаточен для создания необходимой осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент. Применение длинных ведущих труб в роторных станках требует соответствующего механизма подачи, который бы позволил осуществить непрерывную подачу по всей длине ведущей трубы. Таким механизмом подачи является канатный или цепной механизм, представляющий собой замкнутую непрерывную цепь, соединенную с ведущей трубой и имеющую тот или иной вид привода.

Большую точность регулирования усилия подачи имеют канатные механизмы с приводом от подвижных штоков гидроцилиндров, закрепленных на мачте установки. Канатный механизм подачи с гидроцилиндром позволяет кинематически увеличить ход подачи по сравнению с ходом поршней гидроцилиндров, что важно как в станках роторного типа, так и в установках с подвижными вращателями, предназначенных для бурения скважин в мягких породах и поэтому имеющих большую величину хода подачи.

Канатный механизм подачи с гидроцилиндром (рис 3.) , обеспечивающий большую скорость перемещения и имеющий большой ход, может использоваться комплексно и применяться для выполнения спуско-подъемных операций при малой и средней глубинах скважин вместо обычного лебедочного подъема. Такой механизм получил название гидроподъемника.

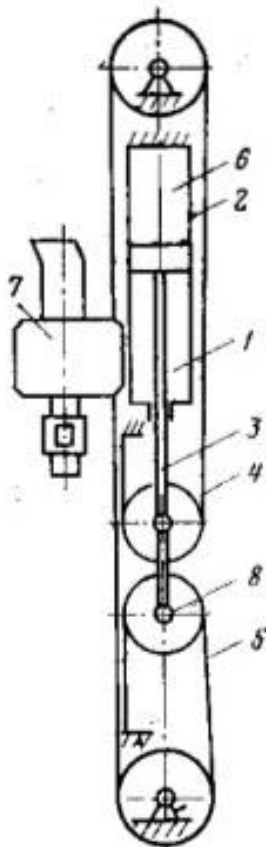


Рисунок 3 – Схема канатного механизма подачи с гидроцилиндром.

В станках с роторным типом вращателя при больших глубинах скважин, когда вес инструмента превышает заданное значение осевого усилия на породоразрушающий инструмент, применяется так называемая свободная подача бурового инструмента с барабана лебедки. Под понятием свободной подачи подразумевается перемещение бурового инструмента под действием силы тяжести, т.е. собственного веса. Такая система механизма подачи позволяет осуществлять только бурение с разгрузкой бурового инструмента.

Общим недостатком выше перечисленных механизмов является инерционность регулирования режимных параметров при изменении структуры разрушаемой породы. Этот недостаток приводит к быстрому износу рабочего инструмента, а также к поломкам самих механизмов. В настоящее время стоит задача совершенствования и разработки новых вращательно-подающих механизмов буровых станков.

Существуют системы с автоматическим управлением процессами бурения. Японская фирма “Кокэн Боринг Машин Ко” разрабатывает буровые станки с компьютерным управлением с 1979 г. Например, в 1981 г. был разработан буровой станок СВК-К-10А с программным управлением. Эта модель представляет собой малогабаритный гидравлический станок со встроенной микро-ЭВМ, который предназначен для геологической съемки и бурения цементировочных скважин глубиной до 100 м при постройке дамб и плотин. Разработчики обоснованно считают,

что эффективность и безопасность бурения значительно зависят от квалификации оператора-бурильщика. Поэтому цель разработки бурового станка со встроенной ЭВМ состоит в обеспечении высокой надежности, эффективности и безопасности работы при бурении станком независимо от квалификации бурильщика, а также в открытии возможности автоматического бурения станком скважины заданной глубины в неизвестных горно-геологических условиях. Система управления собирает информацию по шести параметрам и по заданной программе производит оптимальное управление станком. Спускоподъемные операции также автоматизированы. Специалисты фирмы утверждают, что применение станков с программным управлением позволило получить большой экономический эффект.

Одним из способов совершенствования может стать линейный электродвигатель, т.к. измерить и контролировать электрический сигнал намного легче. Также необходимо создание датчиков и органов управления, которые будут контролировать величину подачи и вращения бурового инструмента при работе с разной крепостью породы.

Нами создан стенд с электромагнитной системой подачи бурового става на забой скважины (рис 4.).

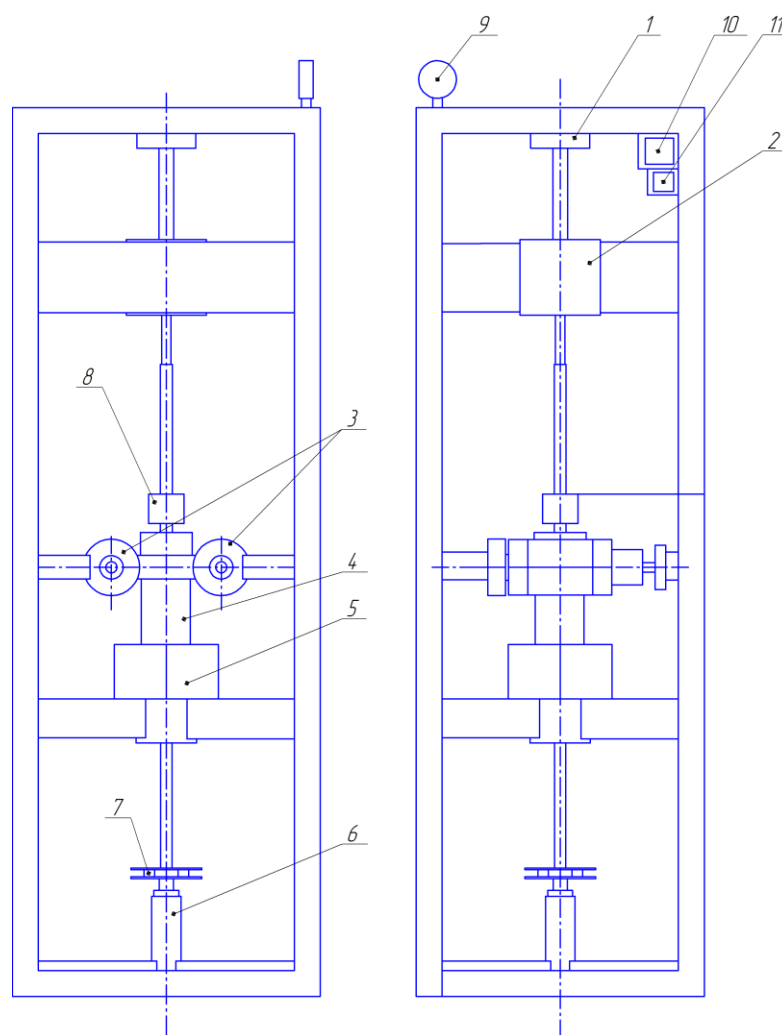


Рисунок 4 – Общий вид экспериментальной установки электромагнитного вращательно-подающего механизма

1 – подшипниковый узел; 2 – двигатель постоянного тока; 3 – два ротора адаптивной статорной обмотки; 4 – обмотка возбуждения; 5 – силовая статорная обмотка; 6 – измерительный гидроцилиндр; 7 – нижняя подшипниковая опора; 8 – коллектор; 9 – манометр; 10 – амперметр; 11 – вольтметр

Принцип работы данного стенда заключается в следующем. Силовая статорная обмотка жестко закреплена на раме, подавая на нее ток, в этом случае сила Ампера будет стремиться переместить центральную обмотку 4 в долг своей оси, тем самым создавая усилие подачи. Направление создаваемого усилия можно менять путем изменения направления тока в статорной обмотке.

Создание усилия подачи взаимодействием центральной обмотки 4 с адаптивной статорной обмоткой 3 основано также на законе Ампера. Магнитное поле центральной обмотки, пронизывая прилегающую часть витков с током адаптивной обмотки, создает силу Ампера, а она в свою очередь, за счет плеча действия, создает вращающий момент, который стремится поворачивать роторы адаптивной статорной обмотки встречно друг другу. На валах этих роторов установлены муфты предельного момента, которые не дают им повернуться. Когда вращающий момент превышает предельный, установленный на муфтах, а это может случиться при динамических перегрузках, то роторы повернутся на определенный угол, тем самым компенсируя ударные нагрузки. При очередном возникновении подобной ситуации цикл повторится снова.

В качестве вращателя применен двигатель постоянного тока. Если подвести к обмоткам двигателя напряжение U от источника постоянного тока, то по обмотке якоря потечет ток I . В результате взаимодействия этого тока с магнитным полем на пазовых сторонах витка появятся электромагнитные силы $F_{\text{эм}}$, которые создадут на якоре электромагнитный момент M , под действием которого якорь начнет вращаться.

Коллектор и щетки в двигателе изменяют направление тока в обмотках якоря при переходе его пазовых сторон из зоны полюса одной полярности в зону полюса другой полярности. Это необходимо, чтобы направление электромагнитных сил не менялось.

Разработанная конструкция стенда обеспечивает:

- 1 – постоянное подающее усилие на забой;
- 2 – плавное и быстрое регулирование режима за счет возможности применения обратной связи и автоматического регулирования непосредственно тока в электродвигателе;
- 3 – адаптивная статорная обмотка создает дополнительное подающее усилие, за счет которого может без задержки и включения автоматики смечает значительную ударную нагрузку.

Применение данного механизма в буровых станках позволит увеличить работу бурового инструмента при работе в сложноструктурных массивах породах, а также избежать установки на буровые станки сложных ЭВМ, что приведет к уменьшению стоимости станка.